

# 대한민국 특허청

## KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto  
is a true copy from the records of the Korean Intellectual  
Property Office.

출원번호 : 10-2002-0069636  
Application Number PATENT-2002-0069636

출원년월일 : 2002년 11월 11일  
Date of Application NOV 11, 2002

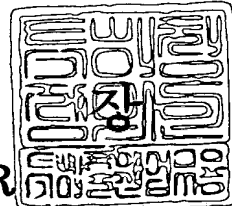
출원인 : 한국전자통신연구원  
Applicant(s) Electronics and Telecommunications Research Institute



2003 년 01 월 08 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【제출일자】	2002.11.11
【발명의 명칭】	표면장력에 의한 유체제어 소자
【발명의 영문명칭】	Device of Controlling Fluid using Surface Tension
【출원인】	
【명칭】	한국전자통신연구원
【출원인코드】	3-1998-007763-8
【대리인】	
【성명】	신영무
【대리인코드】	9-1998-000265-6
【포괄위임등록번호】	2001-032061-5
【발명자】	
【성명의 국문표기】	정광호
【성명의 영문표기】	CHUNG,Kwang Hyo
【주민등록번호】	730117-1095611
【우편번호】	604-824
【주소】	부산광역시 사하구 다대1동 1412번지 46통 1반
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	고종수
【성명의 영문표기】	K0,Jong Soo
【주민등록번호】	681209-1918617
【우편번호】	305-338
【주소】	대전광역시 유성구 구성동 373-11
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	윤현철
【성명의 영문표기】	Y00N,Hyun Chul
【주민등록번호】	710304-1067035

【우편번호】	137-074
【주소】	서울특별시 서초구 서초4동 삼호아파트 2-1101
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	양해식
【성명의 영문표기】	YANG,Hae Sik
【주민등록번호】	690722-1574911
【우편번호】	302-777
【주소】	대전광역시 서구 둔산2동 샘머리아파트 202-1304
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	표현봉
【성명의 영문표기】	PY0,Hyeon Bong
【주민등록번호】	630111-1009617
【우편번호】	305-345
【주소】	대전광역시 유성구 신성동 럭키하나아파트 107-406호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김성진
【성명의 영문표기】	KIM,Sung Jin
【주민등록번호】	771101-1100217
【우편번호】	305-350
【주소】	대전광역시 유성구 가정동 ETRI기숙사 218호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김윤태
【성명의 영문표기】	KIM,Yun Tae
【주민등록번호】	570415-1067426
【우편번호】	305-345
【주소】	대전광역시 유성구 신성동 한울아파트 110-106
【국적】	KR
【심사청구】	청구

**【취지】**

특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인  
신영무 (인)

**【수수료】**

<b>【기본출원료】</b>	20 면	29,000 원
<b>【가산출원료】</b>	1 면	1,000 원
<b>【우선권주장료】</b>	0 건	0 원
<b>【심사청구료】</b>	8 항	365,000 원
<b>【합계】</b>	395,000 원	
<b>【감면사유】</b>	정부출연연구기관	
<b>【감면후 수수료】</b>	197,500 원	

**【기술이전】**

<b>【기술양도】</b>	희망
<b>【실시권 허여】</b>	희망
<b>【기술지도】</b>	희망

**【첨부서류】**

1. 요약서·명세서(도면)\_1통

**【요약서】****【요약】**

본 발명은 표면 장력에 의한 유체 제어소자에 관한 것으로, 유체가 주입되어 저장되는 적어도 하나의 저장 챔버, 유체에 대한 소정 반응이 이루어지는 적어도 하나의 반응 챔버, 반응이 완료된 유체가 폐기되는 적어도 하나의 폐기 챔버, 유체가 이동되도록 저장 챔버, 반응 챔버 및 폐기 챔버 사이를 연결하는 적어도 하나의 유로, 유로 내에 형성되어 표면장력에 의해 유체의 이동 속도를 감소시키는 적어도 하나의 유동 지연부 및 유로 내에 형성되어 표면장력에 의해 유체의 이동을 정지시키는 적어도 하나의 정지 밸브를 포함하고, 유체는 표면장력에 의해 저장 챔버에서 반응 챔버 및 폐기 챔버로 이동하면서 반응챔버에서의 유체의 교환이 자연적으로 일어나는 것을 특징으로 한다. 따라서 추가적인 펌프 및 전원공급이 필요 없게 되어 장치의 소형화, 휴대화가 가능하고, 제조비를 낮춤과 동시에 제조 수율을 높일 수 있을 뿐만 아니라 사용 시 고장이 거의 없는 효과가 있다.

**【대표도】**

도 1

**【색인어】**

표면 장력, 유체 제어, 미소 유체

【명세서】

【발명의 명칭】

표면 장력에 의한 유체 제어소자(Device of Controlling Fluid using Surface Tension}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 본 발명인 표면 장력에 의한 유체 제어소자의 바람직한 실시예를 설명하기 위한 도면이다.

도 2a, 2b 및 2c는 본 발명인 표면 장력에 의한 유체 제어소자의 다른 실시예들을 설명하기 위한 도면이다.

도 3은 각각 도 1에 도시된 실시예의 직렬 및 병렬형태의 실시예를 설명하기 위한 도면이다.

도 4는 본 발명인 표면 장력에 의한 유체 제어소자의 반응 챔버가 다중으로 배열된 구조의 실시예를 설명하기 위한 도면이다.

도 5는 본 발명인 표면 장력에 의한 유체 제어소자에 전처리 반응 챔버가 추가된 구조의 실시예를 설명하기 위한 도면이다.

<도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

100 : 제1 저장 챔버      102 : 제2 저장 챔버

104 : 제1 정지 밸브      106 : 제2 정지 밸브

108 : 유로                      110 : 유동 지연부

112 : 반응 챔버              114 : 폐기 챔버

**【발명의 상세한 설명】****【발명의 목적】****【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】**

- <11>        본 발명은 미소 유체를 제어하는 소자에 관한 것이며, 보다 상세하게는 펌프와 같은 외부적인 힘을 이용하지 않고 유체의 표면장력만을 이용하여 극소량의 유체를 교환하는 소자에 관한 것이다.
- <12>        미소 유체의 제어는 극미량의 유체를 매우 작은 채널 혹은 챔버에서 이송, 정지, 교체 또는 혼합시키는 것으로서, 미세유체 제어소자는 LOC(Lap-On-a-Chip)으로도 불리며, 미세 소자에서 유체의 유동을 제어하여 생화학적 반응, 혼합 또는 감지 등 특정 기능을 수행하는 소자이다. 미세유체제어소자의 예로는, 단백질 칩, DNA 칩, 약물주입기(Drug Delivery System), 미세 생물/화학 반응기(Micro Biological/Chemical Reactor)를 포함한 다양한 바이오 소자가 있다.
- <13>        미소 유체의 제어는 다양한 구동원리를 통하여 구현되고 있다. 그 예로는 극소형으로 가공한 마이크로 펌프와 밸브를 유로나 챔버 상에 구현한 마이크로 액츄에이터형 구동방법(Microactuating Method), 미세한 유로 사이에 전압을 걸어서 유체를 이동시키는 전기영동법(Electrophoretic Method)이나 전기삼투압법(Electroosmotic Method), 모세관 힘에 의한 모세관 유동법(Capillary Flow Method) 등이 있다. 이러한 구동원리를 이용한 미세유체제어소자는 전기 및 기계적인 외력으로 구동되는 마이크로펌프, 밸브 등을 통하여 유체제어가 실현되는 능동형 소자(Active Microfluidic Component)와 자연적인 힘이

이용되고 유로나 챔버의 표면 개질이나 형상 변화를 통하여 유체제어를 실현하는 수동형 소자(Passive Microfluidic Component)로 구분된다.

<14> 표면장력에 의한 모세관힘을 구동력으로 이용하는 유체제어소자는 수동형 소자로서, 미세한 유로의 내부표면과 유체사이의 표면장력에 의해 자연적으로 인력 또는 척력이 발생하는 원리를 이용하여 유체를 정지, 이송시키며, 더 나아가 이동속도를 조절하는 소자이다. 이와 같이 표면장력이 미소유체제어에 이용되는 것은 표면장력의 특성 때문이다. 즉, 매우 작은 크기의 유체시스템에서는 체적에 대한 표면적의 비가 증가하여 표면에 관련된 힘, 특히 유체의 자유표면이 형성된 경우 발생하는 표면장력이 유체에 작용될 수 있는 다른 힘보다 상대적으로 매우 큰 작용을 하기 때문이다. 또한, 표면장력을 이용한 유체제어는 다양한 장점을 가지고 있다. 즉, 구동체가 없기 때문에 부가적인 전원공급 등의 장치가 필요 없어서 바이오칩으로 이용될 경우 모체의 소형화가 가능하고 제조 단가 및 운전비가 절감될 뿐만 아니라 고장이 거의 없다.

<15> 이상과 같이 표면장력에 의한 유체제어의 특징 및 장점으로 인하여, 많은 미소유체 제어시스템에 표면장력 원리가 적용되고 있다. 그 예로는, 마이크로 정지밸브(micro stop valve), 압력센서, 가속도계, 마이크로펌프, 마이크로모터, 유체이송, 유체충진, 잉크젯, 로봇탐침, MOEMS 기기, 광학 셔터, 마이크로 스위치 등 다양하다.

<16> 하지만 표면장력만을 이용한 유체제어는 한계를 가지고 있다. 즉, 유체제어가 형상 및 표면조건에 매우 민감하고, 외부적 힘의 작용이 없으므로 정확한 시간



제어 및 유량제어가 매우 힘들다. 특히, 표면장력은 액체와 기체의 계면에서 발생하므로 유체가 채워진 부분에는 추가적인 힘을 작용시킬 수 없어서 다양한 제어가 힘들게 된다. 따라서, 기존의 표면장력을 이용한 소자의 대부분은, 표면장력을 유체 이송을 위한 단순한 구동력으로 이용하거나, 유체의 정지수단으로 이용하고 있다. 또한, 펌프와 같은 능동형 소자를 결합하여 단점을 보완하는 소자가 제안되고 있다.

<17> 모세관 유동을 이용한 유체제어소자의 전형적인 예로는 "capillary microvalve"를 발명의 명칭으로 하여 2000년 11월 7일 자로 등록된 미국특허 제6143248호, "Diagnostic Devices Method and Apparatus for the Controlled Movement of Reagents without Membranes"를 발명의 명칭으로 하여 2001년 8월 7일 자로 등록된 미국특허 제6,271,040 B1호, "Fluid Circuit Components Based upon Passive Fluid Dynamicse"를 발명의 명칭으로 하여 2001년 10월 2일 자로 등록된 미국특허 제6,296,0020 B1호 또는 "Devices Comprising Multiple Capillarity Inducing Surfaces"를 발명의 명칭으로 하여 2000년 9월 5일 자로 등록된 미국특허 제6,113,855호 등이있다.

<18> 여기서, 미국특허 제6143248호인 "capillary microvalve"는 모세관 원리와 원심력을 이용하여 채널의 크기와 원심력으로 마이크로 저장 챔버로부터 전달채널로 미소량의 유체를 이송하는 마이크로 밸브를 제시하였다. 미국특허 제6,271,040 B1호인 "Diagnostic Devices Method and Apparatus for the Controlled Movement of Reagents without Membranes"는 모세관 유동만을 이용하여 시료를 이송하고, 챔버 및 유로 상에서 시료가 반응을 일으키게 하여, 광학적인 방법으로 시료의 반응 유무를 판단하는 진단용 바이오 칩 구조를 제시하였다. 미국특허 제6,296,0020 B1호인 "Fluid Circuit Components Based upon Passive Fluid Dynamicse"는 모세관 내에서 유로의 급격한 확대

또는 소수성을 띠는 재료를 사용하여 유동을 정지시킬 수 있는 구조를 제시하였다. 미국 특허 제6,113,855호인 "Devices Comprising Multiple Capillarity Inducing Surfaces"는 챔버에 육각형의 마이크로 기둥을 적절히 배열하여 모세관 힘을 발생시키는 기술적 사실을 개시하고 있다.

<19> 그러나 상술한 특허발명에서는 유로의 구조변경 또는 표면처리에 의한 모세관 힘의 강약을 이용하여 표면장력을 단순한 수동형 유체구동수단 및 정지 수단으로서 이용하고 있다.

**【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】**

<20> 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는, 능동형 소자에 의해서만 이루어질 수 있었던 유체 제어방식을 표면장력만을 이용한 수동형소자로 구현하기 위해 안출된 것으로, 표면장력에 의한 자연 유동만을 이용하여 미소유체의 이송, 정지 및 이동속도의 조절 뿐만 아니라 챔버 내의 유체를 전면적으로 교체할 수 있는 표면 장력에 의한 유체 제어소자를 제공하는데 있다.

**【발명의 구성 및 작용】**

<21> 상기 과제를 이루기 위해, 본 발명인 표면 장력에 의한 유체 제어소자는, 유체가 주입되어 저장되는 적어도 하나의 저장 챔버, 유체에 대한 소정 반응이 이루어지는 적어도 하나의 반응 챔버, 반응이 완료된 유체가 폐기되는 적어도 하나의

폐기 챔버, 유체가 이동되도록 저장 챔버, 반응 챔버 및 폐기 챔버 사이를 연결하는 적어도 하나의 유로, 유로 내에 형성되어 표면장력에 의해 유체의 이동 속도를 감소시키는 적어도 하나의 유동 지연부 및 유로 내에 형성되어 표면장력에 의해 유체의 이동을 정지시키는 적어도 하나의 정지 밸브를 포함하고, 유체는 표면장력에 의해 저장 챔버에서 반응 챔버 및 폐기 챔버로 이동하는 것이 바람직하다.

<22> 본 발명에 의한 유체 제어소자는 표면장력에 의해 반응 챔버 내에 유체를 채우고, 특정시간이 지난 후 표면장력에 의해 기존 반응 챔버 내의 유체를 이종의 유체로 교환시킨다. 펌프와 같은 기계적 외부기기를 사용하지 않으며, 유체교환을 위하여 표면장력에 의한 유체의 정지, 이송 및 시간지연이 이루어지게 한다. 이러한 표면 장력에 의한 유체 제어소자는 반응 챔버 내의 유체를 이종의 유체로 교환함으로써 단백질 칩, DNA 칩, 약물주입기(Drug Delivery System), 미세 생물/화학 반응기(Micro Biological/Chemical Reactor)를 포함한 다양한 바이오 소자에 응용될 수 있다. 특히, 감지방법에 있어서 전기화학적 측정방식(Electrochemical Detection Method)을 사용하는 바이오 칩에서의 세척과정에 직접적으로 이용될 수 있다. 또한, 본 발명은 자체적으로 유체제어를 수행하는데 이용될 수 있고, 기존의 능동형 소자와도 결합됨으로써 더욱 다양한 기능을 수행할 수 있다.

<23> 이를 위해 본 발명에 의한 유체 제어소자는 저장 챔버, 반응 챔버, 유동 지연부, 정지 밸브, 유로, 폐기 챔버로 구성된다. 저장 챔버는 유체 주입구를 포함하며, 폐기 챔버는 유체 출구를 포함하는 것이 바람직하다. 서로 다른 유체는 유체 주입구를 통해 서로 다른 저장 챔버에 저장되며, 유체는 유로를 통해 반응 챔버로

이동하고, 반응 챔버에서는 일정시간이 경과한 후 저장된 유체가 다른 유체로 교체된다. 이러한 전 과정은 모세관 힘에 의한 자연적인 유동에 의하여 이루어진다.

<24> 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 상세하게 설명하기로 한다. 그러나, 이하의 실시예는 이 기술 분야에서 통상적인 지식을 가진 자에게 본 발명이 충분히 이해되도록 제공되는 것으로서 여러 가지 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 다음에 기술되는 실시예에 한정되는 것은 아니다.

<25> 도 1은 본 발명인 표면 장력에 의한 유체 제어소자의 바람직한 실시예를 설명하기 위한 도면이다. 도 1을 참조하면 유체 제어소자는 제1 저장 챔버(100), 제2 저장 챔버(102), 반응 챔버(112), 유동 지연부(110), 제1 정지 밸브(104), 제2 정지 밸브(106), 유로(108) 및 폐기 챔버(114)로 이루어진다. 각 구성 수단은 기호로 표시되었으며 실제로는 임의의 다양한 형상을 가질 수 있고, 평면상 혹은 공간상에 배치될 수 있다.

<26> 도 1을 참조하면, 제1 저장 챔버(100)와 제2 저장 챔버(102)에 각각 제1 유체와 제2 유체가 주입되어 저장된다. 제1 유체는 모세관 힘에 의해 반응 챔버(112)로 이동하고, 제1 정지 밸브(104)와 제2 정지 밸브(106)에서 각각 멈춘다. 제2 유체는 제1 정지 밸브(104)에서 멈춘다. 여기서, 제1 및 제2 정지 밸브는 능동형 기계장치형의 밸브가 아니며, 유로의 형상 변화 혹은 표면개질과 같은 수동적인 방법을 통하여 표면장력을 적절히 조절하여 유체가 정지되도록 하는 방법으로 구현된 정지밸브이다. 즉, 제1 및 제2 정지 밸브는 급속한 채널 폭확장 혹은 높이확장과 같은 유로 형상 변화와 소수성 패치 부착 혹은 광조사에 의한 표면의 소수성 변화

를 통하여 유체가 자연적으로 멈추도록 하는 구조를 가진다. 한편, 제1 유체는 제1 및 제2 정지 밸브 쪽 뿐만 아니라, 유동 지연부(110) 쪽으로 형성된 유로(108)를 통해 유동 지연부(110)를 지나 제1 정지 밸브(104)쪽과 측면의 유로(108)쪽으로 각각 이동한다. 여기서, 제1 정지 밸브(104)쪽으로 이동한 제1 유체는 여기에서 표면장력에 의해 멈춰있던 제1 유체와 제2 유체와 동시에 만나게 된다. 이 때, 정지되어있던 제1 유체와 제2 유체가 이동되어 온 제1 유체와 만나게 되어 섞이게 되고, 이에 따라 표면장력에 의한 정지 밸브가 더 이상 유체를 정지시키지 못하게 되어 두 유체가 자유롭게 흐를 수 있게 된다. 한편 측면의 유로(108)를 통해 이동되는 제1 유체는 제2 정지 밸브(106)쪽으로 계속 이동한다. 측면의 유로(108)로 제1 유체가 이동하는 중에, 앞서 설명한 바와 같이 제1 정지 밸브(104)쪽으로 이동한 유체가 정지되어 있던 유체와 만나서 정지밸브의 기능을 상실시키게 되고, 이후에는 측면의 유로(108)에서의 기존의 제1 유체와 함께 제1 정지 밸브에서 섞인 유체도 동시에 측면 유로(108)로 표면장력에 의한 구동력에 의해 이동된다. 측면의 유로(108)를 통해 이동되던 유체는 제2 정지 밸브(106)에서 정지되어 있던 제1 유체와 만나게 되고 제1 정지 밸브(104)에서와 같이 정지밸브의 기능이 상실되어 폐기 챔버(114)로 모든 유체의 유동이 이루어진다. 이 과정에서 제2 저장 챔버(102)의 제2 유체는 제1 정지 밸브(104)-반응챔버(112)-제2 정지 밸브(106)-폐기 챔버(114) 방향으로 이동함으로써, 반응 챔버(112)에서는 처음에 채워져 있던 제1 유체가 제2 유체로 교체된다. 이상의 모든 유체의 이동은 자연적으로 발생하는 표면장력에 의해서만 이루어진다.

<27> 이때, 제1 저장 챔버(100) 및 제2 저장 챔버(102)는 유체 주입구 또는 공기구멍을 포함할 수 있으며, 표면장력에 의한 유체의 원활한 유동이 일어날 수 있도록 하기 위하여 폭의 증가 및 축소 등의 형상변화, 표면개질을 통한 표면장력 조절, 온도변화를 통한

표면장력조절, 구조물 설치 등이 이용될 수 있다. 제1 저장 챔버(100) 및 제2 저장 챔버(102)의 공기구멍은 닫혀 있을 때 압력이 걸려서 유체가 움직이지 않는 것을 방지하기 위해 열어두는 목적으로 이용된다.

<28> 반응 챔버(112)는 적용할 대상에 따라 다양한 형상으로 변화될 수 있다. 유체교환이 원활히 이루어지도록 하기 위하여 채널형상, 마름모형, 원형 등 다양하게 변화가 가능하며 바이오칩과 같이 감지를 위한 전극이 필요한 경우 전극배열에 따라 변형될 수도 있다.

<29> 제1 정지 밸브(104) 및 제2 정지 밸브(106)는 표면장력에 의해 유동이 정지되기 위한 방법이 이용될 수 있다. 채널벽면의 표면개질을 통하여 친수성 혹은 소수성을 띠게 하거나, 채널의 형상을 변화시키거나, 온도변화에 의한 표면장력 변화 등이 이용될 수 있다. 표면개질은 친수성 및 소수성 물질에 의한 화학적 표면처리법, 자외선 및 x선을 조사하여 표면의 친수성을 변화시키는 광학적 방법, 전기적인 방법이 이용될 수 있다. 채널의 형상 변화는 채널 폭의 확대를 이용하거나 채널 폭의 증가를 통해서 이루어질 수 있으며 두 가지를 동시에 이용할 수도 있다. 온도변화에 의한 방법은 채널의 벽면에 가열 및 냉각이 가능한 수단을 적용하여 정지될 위치에 온도변화를 가하여 유체의 표면장력을 변화시켜 액체와 고체면의 접촉 각도를 변화시키거나 이를 통한 유동속도의 지연을 통해서 이루어질 수 있다.

<30> 유동 지연부(110)는 표면장력에 의해 유동 속도를 감소시키는 원리가 이용될 수 있다. 상술한 정지 밸브에 이용되는 방법들이 여기에도 적용될 수 있다.

<31> 폐기 챔버(114)는 교환이 가능하도록 하기 위하여 충분한 구동력이 생기는 구조가 이용될 수 있으며 충분한 체적을 가지는 다양한 형상이 이용될 수 있다. 이를 위하여 점

진적으로 감소하거나 증가하는 형상, 챔버 내에 구조물이 추가된 형상을 이용할 수 있다. 여기서, 폐기 챔버(114)에 형성된 구조물은 표면장력을 증가시켜서 원할한 유동이 지속되도록 하는 역할을 한다. 또한, 이 구조물은 유동 시에 유체의 전체적인 선단 모양을 균일하게 하여 국부적인 유동속도 차이에 의하여 생길 수 있는 미세 공기방울의 출현을 미연에 방지하는 용도로도 이용될 수 있다. 폐기 챔버(114)에는 유동의 지속을 위하여 각종 형상의 공기구멍이 추가될 수 있다. 폐기 챔버의 공기 구멍도 저장 챔버에서 설명한 바와 같이 챔버가 막혀 있으면 압력이 걸려서 유동이 지속되지 못하므로 이를 방지하기 위하여 설치된다.

<32> 유로(108)는 채널형상이나 관 형상이 가능하며 용도에 따라 폭이나 지름이 축소 또는 확대가 가능하다. 또한, 챔버의 크기를 한정함과 동시에 반응 챔버(112)간의 반응물의 확산을 막기 위하여 격리턱이 유로상에 추가 될 수 있다.

<33> 여기서, 상술한 유체 제어소자의 구성 요소가 형성되는 기판은

PMMA(polymethylmethacrylate), PC(polycarbonate), COC(cycloolefin copolymer), PDMS(polydimethylsiloxane), PA(polyamide), PE(polyethylene), PP(polypropylene), PPE(polyphenylene ether), PS(polystyrene), POM(polyoxymethylene), PEEK(polyetheretherketone), PTFE(polytetrafluoroethylene), PVC(polyvinylchloride), PVDF(polyvinylidene fluoride), PBT(polybutyleneterephthalate), FEP(fluorinated ethylenepropylene), PFA(perfluoralkoxyalkane)와 같은 각종 폴리머를 포함하며 알루미늄, 구리, 철 등을 포함한 다양한 금속과 더불어 실리콘, 유리, PCB(Printed Circuit Board) 등의 단일 물질을 사용하거나 이종 물질을 사용할 수 있다. 이러한 기판의 제작은 핫엠보싱(Hot Embossing), 사출성형(Injection Molding), 캐스팅(Casting), 광조형

(Stereolithography), 레이저 어블레이션(Laser Ablation), 패속조형(Rapid Prototyping), 실크스크린 뿐만 아니라, NC(Numerical Control) 머시닝과 같은 전통적인 기계가공법 또는 증착 및 식각을 이용한 반도체가공법으로 제작될 수 있다.

<34> 본 발명인 표면장력에 의한 유체 제어소자는 구조적인 조합의 변화를 통하여 각종 기능을 가지는 생화학적 반응기, 바이오칩, 약물주입기 등에 적용될 수 있다. 이하에서는 본 발명에 의한 유체 제어소자의 다양한 구조적인 변화를 통한 실시예에 대하여 설명한다.

<35> 도 2a, 2b 및 2c는 본 발명인 표면 장력에 의한 유체 제어소자의 다른 실시예들을 설명하기 위한 도면이다.

<36> 도 2a는 도 1의 실시예와 비교할 때 제1 저장 챔버(100)와 반응 챔버(112)를 연결하는 유로(108) 및 반응 챔버(112)의 우측에 유동 지연부(110)를 통하여 연결된 유로(108)가 제2 정지 밸브(106) 쪽으로 내려온 경우이다. 도 2b는 도 1의 실시예와 비교할 때 반응 챔버(112)의 우측에 유동 지연부(110)를 통하여 연결된 유로(108)가 제2 정지 밸브(106) 쪽으로 내려온 경우이다. 도 2c는 도 1의 실시예와 비교할 때 유동 지연부(110)가 반응 챔버(112) 하단에서 제2 정지 밸브(106) 쪽으로 연결된 경우이다. 이와 같은 구조의 변화는 반응 챔버의 크기 및 반응 적용 시간에 따라 형상을 적절히 조절해야 할 때 이용될 수 있다.

<37> 본 발명의 개념은 생화학적 반응기로 이용될 수 있다. 시간차등을 둔 반응이 필요한 경우에 이용될 수 있으며, 유로의 형상을 조절하여 반응물의 양을 조절할 수도 있다. 도 1에 도시된 실시예의 구조를 다수개의 직렬 및 병렬형태로 확장하여 순차적인 혹은 다중 반응을 가능하게 할 수 있는데, 도 3(a)와 (b)는 각각 직렬 및 병렬형태의 실시예



이다. 또한 본 발명의 개념은 약물 주입기로도 이용 가능한데, 유동 지연부에서 유동의 시간을 적절히 조절하고, 도 3(a)와 (b) 같은 직렬 및 병렬형 구조를 이용하여 약물의 순차적인 주입, 혼합 후 주입, 일정량의 주입 및 시간 지연 후 주입 등 다수의 기능으로 이용할 수 있다.

<38> 본 발명은 생화학적 감지 방법을 이용하여 바이오칩으로 활용할 수 있다. 감지는 광학적 감지법, 전기화학적 감지 기법 등이 이용가능하다. 전기화학적 감지에서는 챔버 벽면에 전극을 형성하여 전극 위에 감지 대상체에 따라 항원, 항체를 포함한 단백질이나 또는 DNA 등과 같은 갖가지 생화학물질이 고정화되어 있을 수 있고, 자기정렬 단분자막 (Self Assembled Monolayer)과 같은 표면처리가 되어 있을 수 있으며, 필요에 따라서 계면활성제를 포함한 다양한 화학물질들이 미리 형성되어 있을 수 있다. 또한, 다중의 전극을 배열하여 다양한 감지를 동시에 수행할 수도 있는데, 도 4는 본 발명인 유체 제어 소자의 반응 챔버(112a, 112b, 112c)가 다중으로 배열된 구조의 실시예이다.

<39> 바이오칩으로 활용되기 위하여 전처리가 필요한 경우 필터를 추가하거나 추가적인 반응이 먼저 선행되어야 할 경우에 추가 전처리 반응 챔버가 적용될 수 있다. 도 5는 전처리 반응 챔버(112d, 112e)가 추가된 구조의 실시예로서, 제1 및 제2 유체와 제3 및 제4 유체가 각각 전처리 반응 챔버(112d, 112e)에서 먼저 반응 후 주입되는 형태를 예시하였다.

#### 【발명의 효과】

<40> 이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명인 표면 장력에 의한 유체 제어소자는, 모세관 힘에 의한 자연유동만을 통하여 미소량의 유체를 이송, 정지 및 속도를 조절시키고 용액의 전면적 교체를 실현하므로, 추가적인 펌프 및 전원공급이 필요 없게 되어 장치의

소형화, 휴대화가 가능하고, 제조비를 낮춤과 동시에 제조 수율을 높일 수 있을 뿐만 아니라 사용 시 고장이 거의 없는 효과가 있다. 따라서 본 발명인 표면 장력에 의한 유체 제어소자는 미세하고 정확한 유동제어가 필요한 단백질 칩, DNA 칩, 약물주입기(Drug Delivery System), 미세 생물/화학 반응기(Micro Biological/Chemical Reactor)를 포함한 다양한 바이오 소자에 적용될 수 있다.

<41> 이상, 본 발명의 바람직한 실시예를 들어 상세하게 설명하였으나, 본 발명은 상기 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 기술적 사상의 범위내에서 당 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의하여 여러 가지 변형이 가능하다.

【특허청구범위】

【청구항 1】

유체가 주입되어 저장되는 적어도 하나의 저장 챔버;

유체에 대한 소정 반응이 이루어지는 적어도 하나의 반응 챔버;

반응이 완료된 유체가 폐기되는 적어도 하나의 폐기 챔버;

유체가 이동되도록 상기 저장 챔버, 반응 챔버 및 폐기 챔버 사이를 연결하는 적어도 하나의 유로;

상기 유로 내에 형성되어 표면장력에 의해 유체의 이동 속도를 감소시키는 적어도 하나의 유동 지연부; 및

상기 유로 내에 형성되어 표면장력에 의해 유체의 이동을 정지시키는 적어도 하나의 정지 밸브를 포함하고,

유체는 표면장력에 의해 상기 저장 챔버에서 반응 챔버 및 폐기 챔버로 이동하면서 상기 반응 챔버에서의 유체의 교환이 자연적으로 일어나는 것을 특징으로 하는 표면 장력에 의한 유체 제어소자.

【청구항 2】

제1 항에 있어서, 상기 적어도 하나의 저장 챔버는

유체가 주입되도록 하는 유체 주입구를 포함하는 것을 특징으로 하는 표면 장력에 의한 유체 제어소자.

【청구항 3】

제1 항에 있어서, 상기 적어도 하나의 유로는

표면장력에 의한 유체의 원활한 유동이 일어날 수 있도록 하기 위하여 폭의 증가 및 축소 등의 형상을 변화하거나, 표면개질을 통해 표면장력이 조절되거나, 온도변화를 통해 표면장력이 조절되는 것을 특징으로 하는 표면 장력에 의한 유체 제어소자.

**【청구항 4】**

제1 항에 있어서, 상기 적어도 하나의 정지 밸브는

채널벽면의 표면개질을 통하여 친수성 또는 소수성을 띠게 하거나, 채널의 형상을 변화시키거나, 채널 벽면의 온도를 변화시킴으로써 유체의 표면장력을 변화시키는 것을 특징으로 하는 표면 장력에 의한 유체 제어소자.

**【청구항 5】**

제1 항에 있어서, 상기 적어도 하나의 유동 지연부는

채널벽면의 표면개질을 통하여 친수성 또는 소수성을 띠게 하거나, 채널의 형상을 변화시키거나, 채널 벽면의 온도를 변화시킴으로써 유체의 표면장력을 변화시키는 것을 특징으로 하는 표면 장력에 의한 유체 제어소자.

**【청구항 6】**

제1 항에 있어서, 상기 적어도 하나의 폐기 챔버는

표면장력을 증가시켜서 유체의 원활한 유동이 지속되도록 하고, 유동 시에 유체의 선단 모양을 균일하게 하여 미세 공기방울의 발생을 방지하기 위한 구조물을 포함하는 것을 특징으로 하는 표면 장력에 의한 유체 제어소자.

**【청구항 7】**

제1 항에 있어서, 상기 적어도 하나의 유로는

상기 적어도 하나의 반응 챔버 간의 반응물의 확산을 막기 위해 격리턱을 포함하는 것을 특징으로 하는 표면 장력에 의한 유체 제어소자.

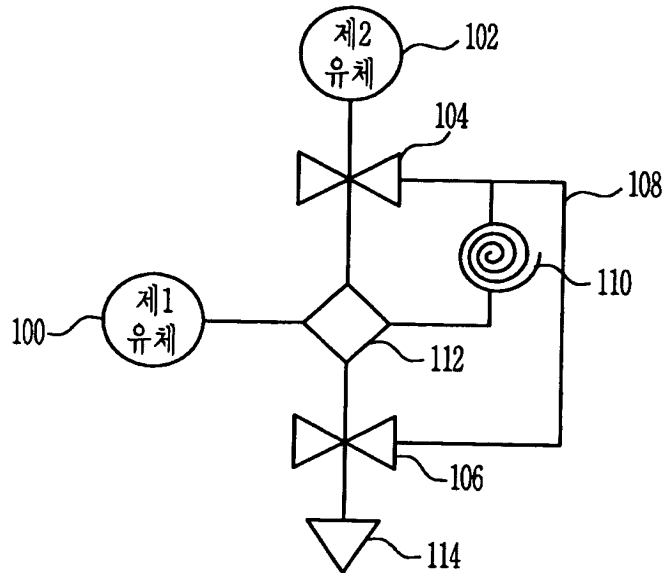
**【청구항 8】**

제1 항에 있어서, 상기 적어도 하나의 반응 챔버는

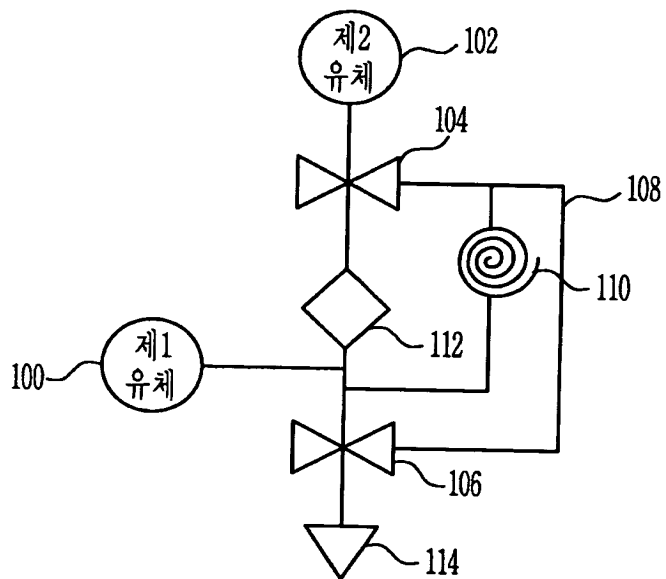
광학 및 전기화학적 감지를 위하여 벽면에 전극이 형성되는 것을 특징으로 하는 표면 장력에 의한 유체 제어소자.

【도면】

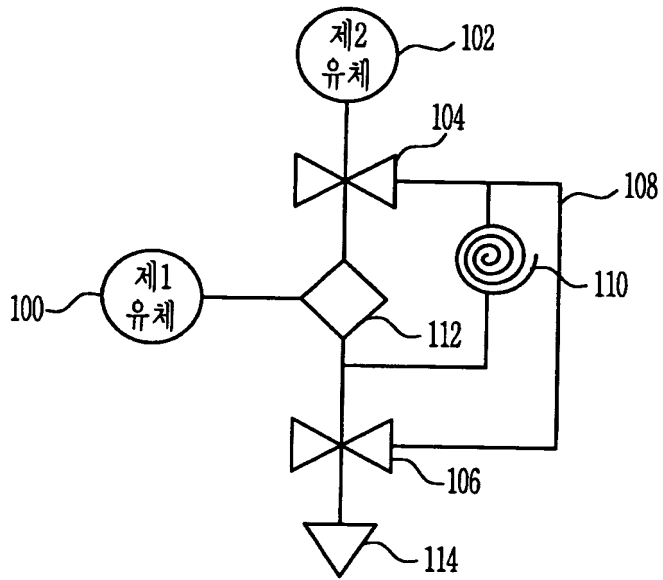
【도 1】



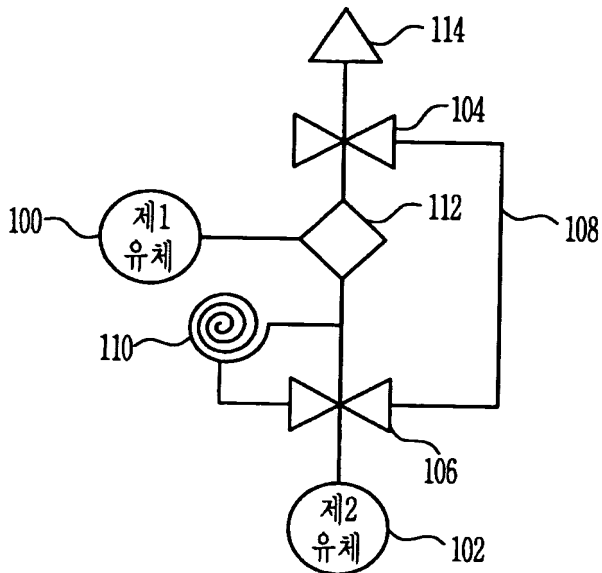
【도 2a】



【도 2b】

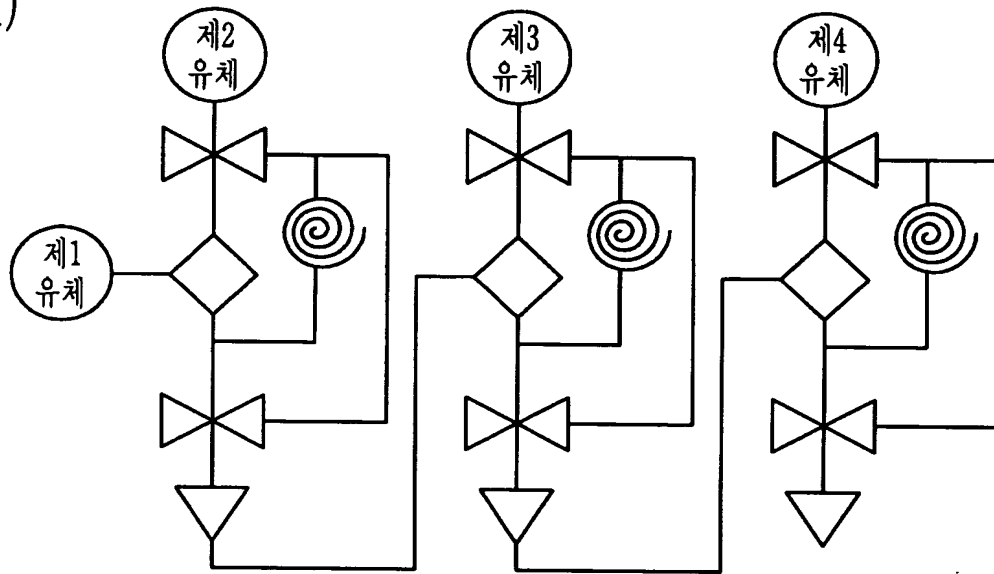


【도 2c】

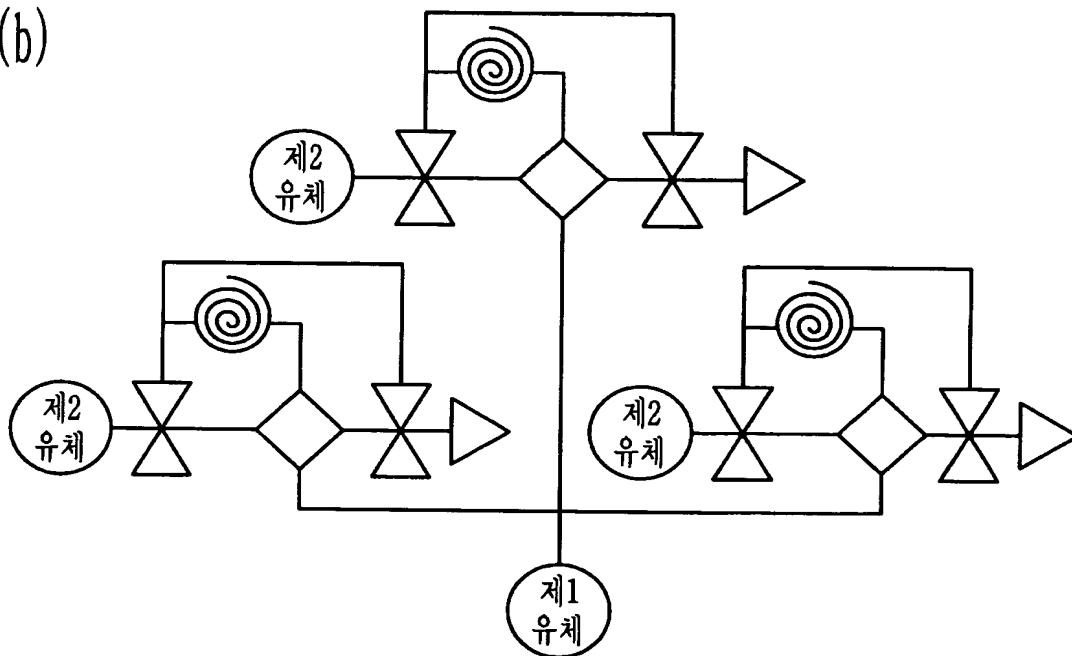


【도 3】

(a)

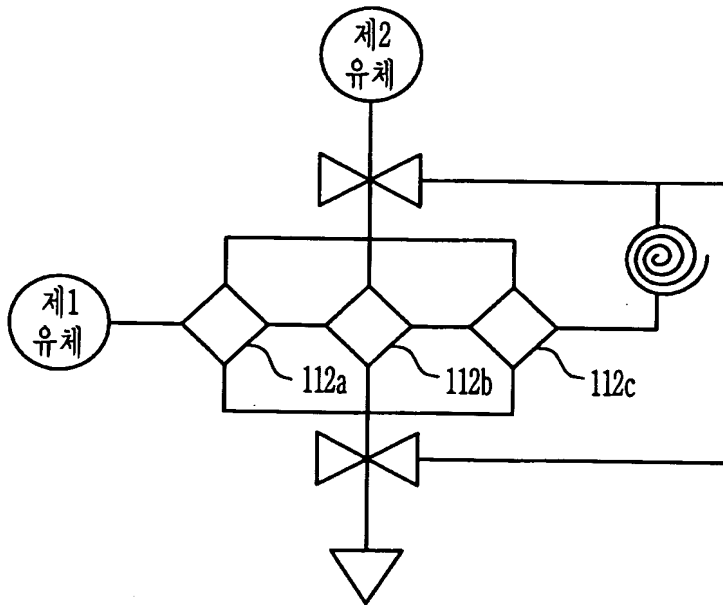


(b)





【도 4】



【도 5】

